

MENTOR

SEARCH

INDEX

DETAIL

JAPANESE

1 / 1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-146693

(43)Date of publication of application : 21.05.2003

(51)Int.CI.

C03C 3/097
G02B 6/00
G02B 6/10

(21)Application number : 2001-344610

(71)Applicant : NIPPON ELECTRIC GLASS CO LTD

(22)Date of filing :

09.11.2001

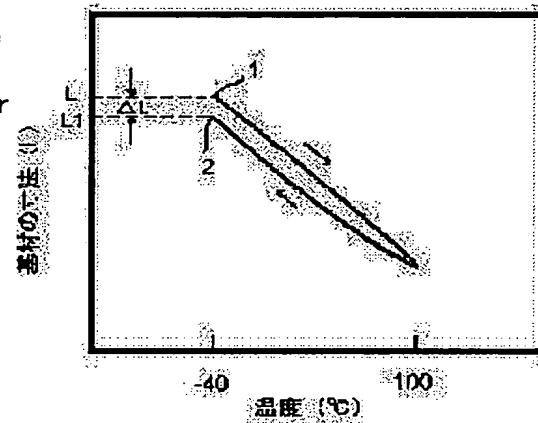
(72)Inventor : YOSHIHARA SATOSHI
MATANO TAKAHIRO
SAKAMOTO AKIHIKO

(54) SUBSTRATE FOR OPTICAL COMMUNICATION DEVICE, METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME, AND OPTICAL COMMUNICATION DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a substrate consisting of ceramics or glass ceramics exhibiting negative expansibility for an optical communication device which hardly changes in the dimension even when exposed to a low temperature of a high temperature environment for a long period of time, and to provide a method for manufacturing the same, and an optical communication device using the same.

SOLUTION: The substrate for the optical communication device consists of the ceramics or glass ceramics having the negative coefficient of thermal expansion -10 to $-120 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ in the temperature range of -40 to 100°C . Heat cycle processing of lowering temperature from 100 to -40°C after elevating the temperature from -40 to 100°C is applied to the substrate. Change in the dimension of the substrate at -40°C after the heat cycle processing to the dimensions of the substrate at -40°C before the heat cycle processing is set to be 20 ppm or less.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-146693
 (43)Date of publication of application : 21.05.2003

(51)Int.CI. C03C 3/097
 G02B 6/00
 G02B 6/10

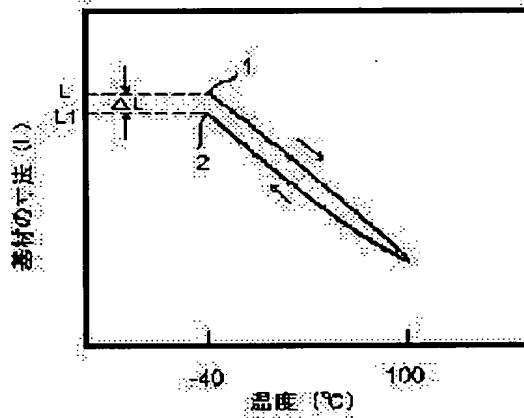
(21)Application number : 2001-344610 (71)Applicant : NIPPON ELECTRIC GLASS CO LTD
 (22)Date of filing : 09.11.2001 (72)Inventor : YOSHIHARA SATOSHI
 MATANO TAKAHIRO
 SAKAMOTO AKIHIKO

(54) SUBSTRATE FOR OPTICAL COMMUNICATION DEVICE, METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME, AND OPTICAL COMMUNICATION DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a substrate consisting of ceramics or glass ceramics exhibiting negative expansibility for an optical communication device which hardly changes in the dimension even when exposed to a low temperature of a high temperature environment for a long period of time, and to provide a method for manufacturing the same, and an optical communication device using the same.

SOLUTION: The substrate for the optical communication device consists of the ceramics or glass ceramics having the negative coefficient of thermal expansion -10 to $-120 \times 10^{-7}/\text{C}$ in the temperature range of -40 to 100°C . Heat cycle processing of lowering temperature from 100 to -40°C after elevating the temperature from -40 to 100°C is applied to the substrate. Change in the dimension of the substrate at -40°C after the heat cycle processing to the dimensions of the substrate at -40°C before the heat cycle processing is set to be 20 ppm or less.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-146693

(P2003-146693A)

(43)公開日 平成15年5月21日 (2003.5.21)

(51) Int.Cl.⁷

C 03 C 3/097
G 02 B 6/00
6/10

識別記号

3 4 6

F I

C 03 C 3/097
G 02 B 6/00
6/10

テマコト^{*}(参考)

2 H 0 3 8
2 H 0 5 0
C 4 G 0 6 2

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全6頁)

(21)出願番号

特願2001-344610(P2001-344610)

(22)出願日

平成13年11月9日 (2001.11.9)

(71)出願人 000232243

日本電気硝子株式会社

滋賀県大津市晴嵐2丁目7番1号

(72)発明者 吉原聰

滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 日本電
気硝子株式会社内

(72)発明者 保野高宏

滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 日本電
気硝子株式会社内

(72)発明者 坂本明彦

滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 日本電
気硝子株式会社内

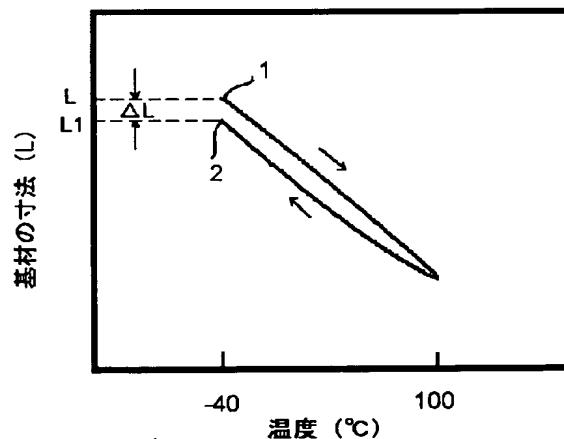
最終頁に続く

(54)【発明の名称】光通信デバイス用基材、その製造方法及びそれを用いた光通信デバイス

(57)【要約】

【目的】低温あるいは高温環境に長期間曝されても、負膨張性を示すセラミックスあるいはガラスセラミックスからなる基材の寸法が、ほとんど変化しない光通信デバイス用基材、その製造方法及びそれを用いた光通信デバイスを提供すること。

【構成】-40～100°Cの温度範囲において-10～-120×10⁻⁷/°Cの負の熱膨張係数を有するセラミックスあるいはガラスセラミックスからなる光通信デバイス用基材において、光通信デバイス用基材に対し、-40°Cから100°Cまで昇温した後に100°Cより-40°Cまで降温する熱サイクル処理を施し、熱サイクル処理前の-40°Cでの基材の寸法に対する熱サイクル処理後の-40°Cでの基材の寸法変化量が20ppm以下であること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 $-40 \sim 100^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において $-10 \sim -120 \times 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ の負の熱膨張係数を有するセラミックスあるいはガラスセラミックスからなる光通信デバイス用基材において、光通信デバイス用基材に対し、 -40°C から 100°C まで昇温した後に 100°C より -40°C まで降温する熱サイクル処理を施し、熱サイクル処理前の -40°C での基材の寸法に対する熱サイクル処理後の -40°C での基材の寸法変化量が 20 ppm 以下であることを特徴とする光通信デバイス用基材。

【請求項2】 $-40 \sim 100^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において $-10 \sim -120 \times 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ の負の熱膨張係数を有するセラミックスあるいはガラスセラミックスからなる基材を熱処理する光通信デバイス用基材の製造方法であって、前記熱処理工程が、 $70 \sim 500^{\circ}\text{C}$ で $1 \sim 48$ 時間保持する工程、あるいは 0°C 以下で $1 \sim 48$ 時間保持する工程であることを特徴とする光通信デバイス用基材の製造方法。

【請求項3】 热処理工程が、 $70 \sim 500^{\circ}\text{C}$ で $1 \sim 48$ 時間保持する工程、及び 0°C 以下で $1 \sim 48$ 時間保持する工程であることを特徴とする請求項2に記載の光通信デバイス用基材の製造方法。

【請求項4】 請求項1に記載の光通信デバイス用基材上に、正の熱膨張係数を有する光部品を固定してなることを特徴とする光通信デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、負の熱膨張係数を有する光通信デバイス用基材、その製造方法及びその基材上に正の熱膨張係数を有する光部品を固定してなる光通信デバイスに関するものである。*

$$\begin{aligned} \partial \lambda / \partial T &= 2 \{ (\partial n / \partial T) \Lambda + n (\partial \Lambda / \partial T) \} \\ &= 2 \Lambda \{ (\partial n / \partial T) + n (\partial \Lambda / \partial T) / \Lambda \} \quad \cdots (\text{式2}) \end{aligned}$$

この式2の右辺第2項の $(\partial \Lambda / \partial T) / \Lambda$ は光ファイバの熱膨張係数に相当し、その値はおよそ $0.6 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$ である。一方、右辺第1項は光ファイバのコア部分における屈折率の温度依存性であり、その値はおよそ $7.5 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$ である。つまり、反射波長の温度依存性はコア部分の屈折率変化と熱膨張による格子間隔の変化の双方に依存するが、大部分は屈折率の温度変化に起因していることが分かる。

【0008】 このような反射波長の変動を防止するための手段として、温度変化に応じた張力をFBGに印加しグレーティング部分の格子間隔を変化させることによって、屈折率変化に起因する成分を相殺する方法が知られている。

【0009】 この具体例として、予め板状に成形した原ガラス体を結晶化して得られる負の熱膨張係数を有するガラスセラミックス基板に、所定の張力を印加したFBGを接着固定することによって、FBGの張力をコント

*【0002】

【従来の技術】 光通信技術の進歩に伴い、光ファイバを用いたネットワークが急速に整備されつつある。ネットワークの中では、複数の波長の光を一括して伝送する波長多重技術が用いられるようになり、波長フィルタ、カプラ、導波路等が重要な光通信デバイスになりつつある。

【0003】 この種の光通信デバイスの中には、温度によって特性が変化し、屋外での使用に支障をきたすものがあるため、このような光通信デバイスの特性を温度変化によらずに一定に保つ技術、いわゆる温度補償技術が必要とされている。

【0004】 温度補償を必要とする光通信デバイスの代表的なものとして、ファイバラッピンググレーティング（以下、FBGという）がある。FBGは、光ファイバのコア内に格子状に屈折率変化を持たせた部分、いわゆるグレーティング部分を形成した光通信デバイスであり、下記の式1に示した関係に従って、特定の波長の光を反射する特徴を有している。このため、波長の異なる光信号が1本の光ファイバを介して多重伝送される波長分割多重伝送方式の光通信システムにおける重要な光通信デバイスとして注目を浴びている。

$$[\lambda = 2n\Lambda] \cdots (\text{式1})$$

ここで、 λ は反射波長、 n はコアの実効屈折率、 Λ は格子状に屈折率に変化を設けた部分の格子間隔を表す。

【0006】 しかしながら、このようなFBGは、温度が変化すると反射波長が変動するという問題がある。反射波長の温度依存性は、式1を温度Tで微分して得られる下記の式2で示される。

$$[\partial \lambda / \partial T]$$

ロールしたデバイスが特表2000-503967号に示されている。ここではFBGの接着固定のために、ガラス、ポリマー、または金属が使用可能であるが、高効率でデバイスを生産するためには、ポリマー、特にエポキシ系接着剤が適していると記載されている。

【0010】 上記デバイスは、温度が上昇するとガラスセラミックス基板が収縮し、光ファイバのグレーティング部分に印加されている張力が減少する。一方、温度が低下するとガラスセラミックス基板が伸長して光ファイバのグレーティング部分に印加されている張力が増加する。この様に、温度変化によってFBGにかかる張力を変化させることによってグレーティング部分の格子間隔を調節することができ、これによって反射中心波長の温度依存性を相殺することができる。

【0011】 この種の材料は、結晶の線熱膨張係数が結晶軸によって大きく異なり、ある結晶軸においては、正の線熱膨張係数を有するが、別の結晶軸では、それより

絶対値が大きな負の線熱膨張係数を有し、さらに、結晶粒界には、熱膨張係数の違いに起因した歪による粒界空隙が存在するため、結果的に負の線熱膨張係数を有するようになる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記デバイスは低温あるいは高温環境に長時間曝された場合に、基材の寸法が変化してFBGにかかる張力が変化するため、グレーティング部分の格子間隔が変り、その結果、反射中心波長が変動するという問題点を有していた。

【0013】本発明は、上記事情に鑑みなされたものであり、低温あるいは高温環境に長期間曝されても、負膨張性を示すセラミックスあるいはガラスセラミックスからなる基材の寸法が、ほとんど変化しない光通信デバイス用基材、その製造方法及びそれを用いた光通信デバイスを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、上記目的を達成すべく種々の実験を行った結果、光通信デバイス用基材が、低温あるいは高温環境に長期間さらされた場合に、基材が寸法変化する原因が、温度環境が変化することによって、基材内部に存在する粒界空隙の体積が変化することと、基材中の内部応力が変化するためであることを突き止めた。さらに本発明者等は、焼成後の光通信デバイス用基材を予め低温あるいは高温環境に一定時間曝すことによって、粒界空隙の体積が変化せず、また基材中の内部応力が緩和され、低温あるいは高温環境に長期間曝しても、基材の寸法が変化せず、反射中心波長が変動しないことを見出し、本発明として提案するものである。

【0015】即ち、本発明の光通信デバイス用基材は、-40～100°Cの温度範囲において-10～-120×10⁻⁷/°Cの負の熱膨張係数を有するセラミックスあるいはガラスセラミックスからなる光通信デバイス用基材において、光通信デバイス用基材に対し、-40°Cから100°Cまで昇温した後に100°Cより-40°Cまで降温する熱サイクル処理を施し、熱サイクル処理前の-40°Cでの基材の寸法に対する熱サイクル処理後の-40°Cでの基材の寸法変化量が20 ppm以下であることを特徴とする。

【0016】また、本発明の光通信デバイス用基材の製造方法は、-40～100°Cの温度範囲において-10～-120×10⁻⁷/°Cの負の熱膨張係数を有するセラミックスあるいはガラスセラミックスからなる基材を熱処理する光通信デバイス用基材の製造方法であって、前記熱処理工事が、70～500°Cで1～48時間保持する工程、あるいは0°C以下で1～48時間保持する工程であることを特徴とする。

【0017】

また、本発明の光通信デバイスは、光通

信デバイス用基材に対し、-40°Cから100°Cまで昇温した後に100°Cより-40°Cまで降温する熱サイクル処理を施し、熱サイクル処理前の-40°Cでの基材の寸法に対する熱サイクル処理後の-40°Cでの基材の寸法変化量が20 ppm以下である光通信デバイス用基材上に、正の熱膨張係数を有する光部品を固定してなることを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の光通信デバイス用基材は、光通信デバイス用基材に対し、-40°Cから100°Cまで昇温した後に100°Cより-40°Cまで降温する熱サイクル処理を施し、熱サイクル処理前の-40°Cでの基材の寸法に対する熱サイクル処理後の-40°Cでの基材の寸法変化量が20 ppm以下であるため、低温あるいは高温状態に長時間曝されても、FBGに加えられた張力が変動し難く、反射中心波長の変動が、中心波長±33 pm以下となる。

【0019】尚、熱サイクル処理は、ディラトメーター(マックサイエンス製)を用いて行い、図1に示すように、測定開始点1である-40°Cから1°C/分で100°Cまで昇温した後、100°Cから1°C/分で測定終了点2の-40°Cまで降温する。基材の寸法変化量($\Delta L/L$)は、測定開始点1の寸法L₁と測定終了点2の寸法L₂との差(|L₂-L₁|=ΔL)を試料寸法(L)で除した値とした。

【0020】また、本発明の光通信デバイス用基板は、-40～100°Cの温度範囲において-10～-120×10⁻⁷/°Cの負の熱膨張係数を有するセラミックスあるいはガラスセラミックスからなり、具体的には、β-石英固溶体またはβ-ユーカリブタイト固溶体を主結晶とするセラミックスあるいはガラスセラミックス、またはZr及びHfの少なくともいずれかを含むリン酸タンゲステン酸塩またはタンゲステン酸塩を主結晶とする多結晶体セラミックスのいずれかから構成されている。特に、基材が、β-ユーカリブタイト固溶体またはβ-石英固溶体を主結晶とするセラミックスあるいはガラスセラミックスからなると、機械加工性が良いため好ましい。

【0021】また、基材の形状は、角柱状、円柱状、円筒状、平板状が加工しやすく、角柱状、円柱状、平板状の場合、光部品を収納するためのスリットが全長にわたって施されていても構わない。

【0022】また、本発明で使用する基材が粉末焼結体からなると、使用する粉末粒径や焼成条件を変化させることによって、機械的強度を劣化させることなく、また、光部品を接着する際に有利な表面粗さに調整しやすいため好ましい。

【0023】本発明の光通信デバイス基材は、表面に金属膜を形成した平板状基材とすれば、光導波路デバイス基材としても使用可能である。

【0024】本発明の光通信デバイス用基材の製造方法では、基材を、70～500°Cで1～48時間保持する工程、あるいは0°C以下で1～48時間保持する工程で熱処理するため、粒界空隙の体積が変化せず、また内部応力が緩和され、低温あるいは高温環境に長時間曝されても、基材の寸法変化が少ない。また、70～500°Cで1～48時間保持する工程と0°C以下で1～48時間保持する工程の順序は問わない。

【0025】高温での処理温度は、70～500°C、好ましくは70～100°Cであり、70°Cよりも低いと、粒界空隙の体積が変化し、また内部応力が緩和されにくく、500°Cよりも高いと、内部構造が変化し、基材の熱膨張係数が変化するため好ましくない。また、低温での処理温度は、0°C以下、好ましくは-50～0°C、さらに好ましくは-50～-20°Cであり、0°Cより高いと内部応力が緩和されにくいため好ましくない。

【0026】保持時間は、高温、低温共に、1～48時間、好ましくは12～24時間であり、1時間より少ないと、内部応力が緩和されにくく、48時間より多いと、効果の向上が認められず、経済的でないため好ましくない。

* 【0027】また、本発明の光通信デバイス用基材は、上記低温あるいは高温保持の後、シラン化合物、シロキサン化合物あるいはシラザン化合物から選ばれる有機珪素化合物の1種又は2種以上を含む溶液によって処理されると、高温高湿雰囲気に長期間曝されても負膨張性を示すセラミックスあるいはガラスセラミックスからなる基材の熱膨張係数が変化しないため好ましい。

【0028】本発明の光通信デバイス用基材上に正の熱膨張係数を有する光部品を固定する際には、ポリマー接着剤を用いると、安価で、強固に接着可能であるため好ましく、具体的には、エポキシ系接着剤が好適であるが、その他にもシリコーン系あるいはアクリル系接着剤が使用可能である。

【0029】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づいて詳細に説明する。

【0030】表1及び2に、本発明の実施例1～10を示す。また、表3に比較例1、2を示す。また、図1は、熱サイクル処理時の基材寸法の変化を示すグラフであり、図2は、本発明における実施例の光信用デバイスを示す平面図である。

【0031】

【表1】

*

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
基材の種類	セラミックス	セラミックス	セラミックス	セラミックス	セラミックス
温度一保持時間	85°C～ 24時間	-40°C～ 24時間	85°C～ 24時間 -40°C～ 24時間	70°C～ 24時間	-20°C～ 24時間
寸法変化量 (ppm)	3	5	2	5	4
反射中心波長の変動量	4	6	3	7	6
基材の熱膨張係数 ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)					
長期耐久性試験前	-80	-80	-80	-80	-80
長期耐久性試験後	-78	-79	-79	-80	-80

【0032】

※ ※ 【表2】

	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10
基材の種類	セラミックス	セラミックス	セラミックス	ガラスセラミックス	ガラスセラミックス
温度一保持時間	-20°C～ 24時間 70°C～ 24時間	-40°C～ 24時間	85°C～ 24時間 -40°C～ 24時間	85°C～ 24時間	-40°C～ 24時間
寸法変化量 (ppm)	3	5	3	5	3
反射中心波長の変動量	5	6	4	6	4
基材の熱膨張係数 ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)					
長期耐久性試験前	-80	-75	-70	-80	-80
長期耐久性試験後	-78	-74	-69	-79	-79

【0033】

【表3】

	比較例1	比較例2
基材の種類	セラミックス	セラミックス
温度一保持時間	なし	なし
寸法変化量 (ppm)	22	25
反射中心波長の変動量	34	36
基材の熱膨張係数 ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)		
長期耐久性試験前	-80	-70
長期耐久性試験後	-78	-70

【0034】まず、実施例1～6は、焼結後の組成が、質量%で SiO_2 55.0%、 Al_2O_3 33.1%、 Li_2O 9.4%、 TiO_2 0.8%、 ZrO_2 1.0%、 MgO 0.2%、 P_2O_5 0.5%になるように粉末焼結した β -石英固溶体からなるセラミックスで、これらを図2に示すような、長さ40mm、幅4mm、厚さ3mmの寸法を有し、上面に全面にわたって深さ0.6mmのスリット11aが形成された基材11に成型加工した。これらの基材11を表1に記載した温度-保持時間で、恒温恒湿槽（日立恒温恒湿槽：EC-13MHP）によって処理した。その後、 $(\text{R}^1\text{Si}(\text{OH})_x(\text{OCH}_3)_y\text{O}_{(z-1)/n})^a$ 式で表されるシロキサン化合物を含むIPA（イソプロピルアルコール）溶液に浸し、10分間超音波振動を与え、100°Cにて10分間乾燥して光通信デバイス用基材を得た。尚、上記シロキサン化合物において、 R^1 は C_2H_5 、 a は 0.07、 b は 1.88、 m は 2.1 である。

【0035】次に、各基材11のスリット11a中に、FBG12を挿入し、基材11の両端付近の2点をエポキシ系接着剤13（協立化学産業（株）製XOC-02THK）を用い、FBG12と基材11を接着固定することによって光通信デバイス10を作製した。尚、FBG12と基材11との接着は、3500mW/cm²の出力を有するメタルハライドランプを使用し、300～400nmの紫外線（UV）を2秒間照射して接着剤を硬化させて行った。

【0036】実施例7は、焼結後の組成が、質量%で SiO_2 55.5%、 Al_2O_3 32.6%、 Li_2O 9.2%、 TiO_2 0.9%、 ZrO_2 1.0%、 MgO 0.2%、 P_2O_5 0.6%になるように粉末焼結した以外は、実施例1～6と同様にして基材及び光通信デバイスを作製した。

【0037】実施例8は、焼結後の組成が、質量%で SiO_2 56.0%、 Al_2O_3 32.1%、 Li_2O 9.0%、 TiO_2 0.9%、 ZrO_2 1.1%、 MgO 0.2%、 P_2O_5 0.7%になるように粉末焼結した以外は、実施例1～6と同様にして基材及び光通信デバイスを作製した。

【0038】また、実施例9、10は、 β -ユーカリブタイト固溶体を含むガラスセラミックスを用いた以外

は、実施例1～6と同様にして基材及び光通信デバイスを作製した。

【0039】比較例1は、低温あるいは高温保持による処理を行わなかった以外は実施例1～6と同様にして基材及び光通信デバイスを作製した。

【0040】比較例2は、低温あるいは高温保持による処理を行わなかった以外は実施例8と同様にして基材及び光通信デバイスを作製した。

【0041】反射中心波長は、1550nm付近の中心波長をスペクトロメータ（アドバンテスト製Q-8384）で測定して求めた。

【0042】長期耐久性試験は、基材を85°C、85%の高温高湿雰囲気で500時間放置し、長期耐久性試験前後での基材の熱膨張係数を測定して評価した。

【0043】表1、2から明らかなように、実施例1～10の光信用デバイスは、低温あるいは高温環境に長時間曝しても、基材の寸法変化量が少ないため、反射中心波長の変動量が小さかった。

【0044】さらに、実施例2の光信用デバイスを高温高湿雰囲気に500時間曝しても、長期耐久性試験中の基材の熱膨張係数の変動が小さいため、光ファイバに印加された張力が増加して温度補償機能が喪失したり劣化したりすることがなく、光信用デバイスとして長期信頼性の高い特性を示した。

【0045】一方、表3に示すように、比較例1及び2は低温あるいは高温保持を行っていないため、基材の寸法変化率が大きく、反射中心波長の変動量が大きかった。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光信用デバイスは、基材が低温あるいは高温環境に長時間曝されても、基材の寸法変化量が小さく、反射中心波長の変動量が小さいため、FBGデバイスとして用いると、温度環境の変化があっても、優れた特性を維持できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】熱サイクル処理時の基材寸法の変化を示すグラフである。

【図2】本発明における実施例の光信用デバイスを示す平面図である。

【符号の説明】

1 測定開始点 (-40°C)

2 測定終了点 (-40°C)

10 光信用デバイス

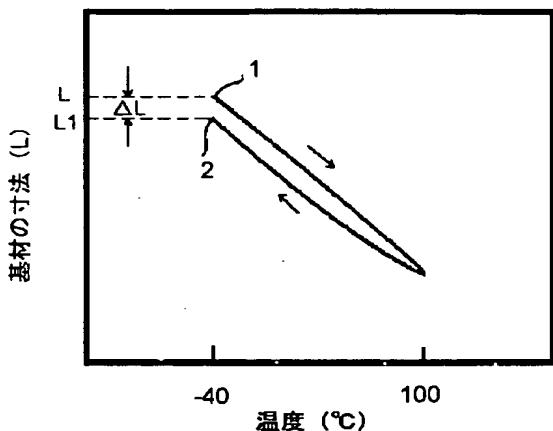
11 基材

11a スリット

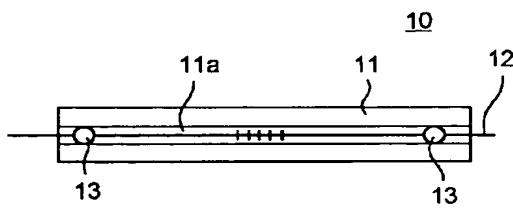
12 FBG

13 接着剤

【図1】



【図2】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H038 BA21 CA52
 2H050 AC82 AC84 AD00
 4G062 AA18 BB06 DA06 DB05 DC01
 DD02 DE01 DF01 EA03 EB01
 EC01 ED02 EE01 EF01 EG01
 FA01 FB02 FC02 FC03 FD01
 FE01 FF01 FG01 FH01 FJ01
 FK01 FL01 GA01 GA10 GB01
 GC01 GD01 GE01 HH01 HH03
 HH05 HH07 HH09 HH11 HH13
 HH15 HH17 HH20 JJ01 JJ03
 JJ05 JJ07 JJ10 KK01 KK03
 KK05 KK07 KK10 MM21 MM40
 NN30 PP13 QQ02 QQ11